Propriedades da Luz

Conteudista: Prof.ª M.ª Aline Monteiro Campos Garcia
Revisão Textual: Esp. Maiara Stéfani Costa Brandão

Objetivos da Unidade:

- Conceituar o espectro eletromagnético e a luz visível;
- Reconhecer a estrutura do olho humano;
- Identificar que o fenômeno da visão está associado a dois fatores: luz e olho;
- Observar que o elemento determinante para o aparecimento da cor é a luz;
- Reconhecer as grandezas e conceitos utilizados em iluminação.

Material Teórico

Material Complementar

Referências

Material Teórico

Radiação e Luz

A luz é uma pequena faixa de radiação eletromagnética (Figura 1) à qual o olho humano é sensível. Esta faixa de luz visível varia de indivíduo para indivíduo (PRÄKEL, 2015).

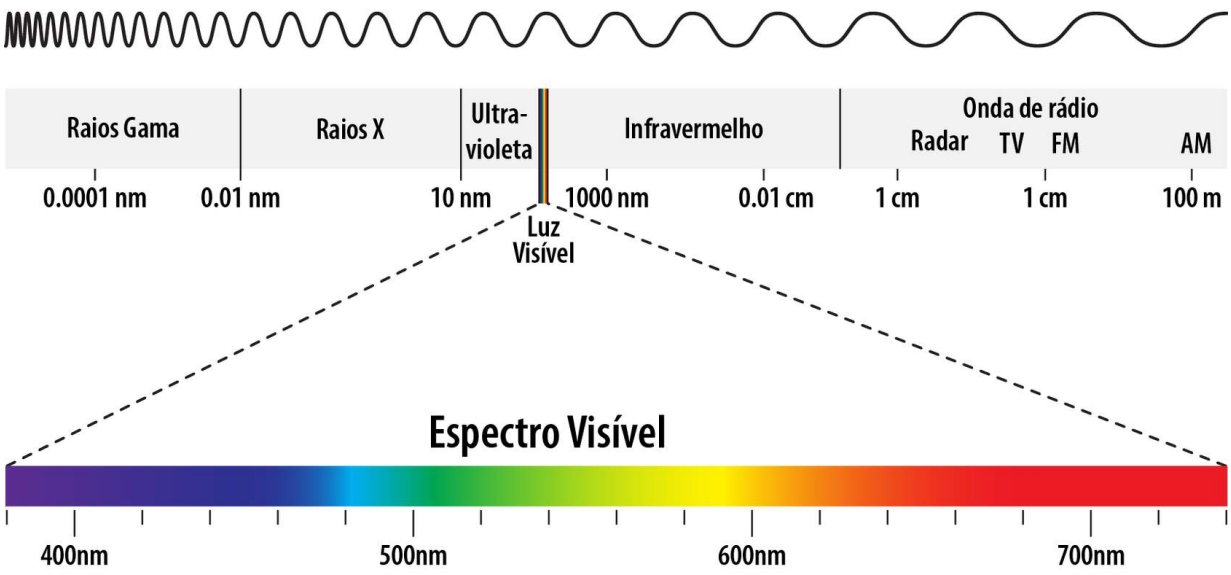

Figura 1 – Espectro eletromagnético
Fonte: Adaptada de Getty Images

#ParaTodosVerem: figura do espectro eletromagnético. Nela estão representados os sete tipos de ondas eletromagnéticas: ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios x e raios gama. Na parte superior, temos uma faixa horizontal com indicação dos comprimentos de ondas, iniciando à esquerda com os raios gama, que possuem comprimento de

onda -9 cm. Logo ao lado, na mesma faixa, os raios x com comprimento de onda entre 10^{-7} cm a 10^{-9} cm. Ainda na mesma faixa, ao lado, os raios ultravioletas com comprimento de onda entre 10^{-7} cm a $4\,x\,10^{-5}$ cm. Ao lado a pequena faixa de luz visível, com comprimento de onda entre $4\,x\,10^{-5}$ cm a $7\,x\,10^{-5}$, exatamente neste ponto, abaixo da faixa horizontal, um zoom da faixa de luz visível, onde cada uma das ondas, dentro desta faixa, oferece uma sensação de cor, isto é, faixas verticais coloridas, uma ao lado da outra sem interrupção, iniciando à esquerda com a cor violeta, passando para azul, passando para verde, passando para amarelo, passando para laranja, e finalizando no vermelho. Cada cor está associada a uma frequência, sendo violeta 790-680 THz, azul 680-620 THz, verde 600-530 THz, amarelo 530-510 THz, laranja 510-480 THz, vermelho 480-405 THz. Continuando na faixa horizontal na parte superior, ao lado da luz visível, tem-se o infravermelho com comprimento de onda entre $7\,x\,10^{-5}$ a 0,01 cm. Ao lado as micro-ondas com comprimento de onda entre 0,01 cm a 10 cm, e, por último, à direita as ondas de rádio com comprimento maior que 10 cm. Fim da descrição.

Os olhos humanos são sensíveis a uma variação de comprimento de onda entre 380 e 760 nanômetros (nm – um milionésimo de milímetro). “Acima de 760 nm tem se o infravermelho e abaixo de 380 nm o ultravioleta” (GUERRINI, 2008).

As radiações infravermelhas são invisíveis ao olho humano. Possuem maior comprimento de onda (780 nm a 10.000 nm) e se caracterizam por seu forte efeito calorífico (ondas de calor) (MOREIRA, 1999). Algumas aplicações do infravermelho vemos na Tabela 1:

Tabela 1 – Algumas aplicações do infravermelho

Medicina	Tratamento de luxações; ativamento de circulação; aquecimento.
Indústria	Secagem de tintas e lacas.
No lar	Aquecimento de ambientes, preparação de alimentos.

Fonte: Adaptada de MOREIRA, p. 2, 1999

Já as radiações ultravioletas possuem menor comprimento de onda (100 nm a 400 nm) e se caracterizam pela elevada ação química, agredindo e descolorindo plásticos, vernizes, tintas, etc. (MOREIRA, 1999). Algumas aplicações da ultravioleta estão na Tabela 2:

Tabela 2 - Algumas aplicações da ultravioleta

Medicina	Atuação sobre os tecidos vivos e pigmentação da pele (B); efeito germicida (C).
Indústria	Identificação de substâncias pela florescência (A); combate ao mofo e fungos (C); tratamento de águas (C); lâmpadas fluorescentes (C); vapor mercúrio e o iodeto metálico (A); produção de ozona (C).
Banco	Identificação de papel moeda (A).
Teatro	Efeitos especiais pela excitação da fluorescência (A).
No lar	Desodorização de ambientes pelo ozona (C).

Fonte: Adaptada de MOREIRA , p. 3, 1999

Essas radiações se dividem em três grupos: ultravioleta próximo ou luz negra, ultravioleta intermediário e ultravioleta remoto ou germicida (MOREIRA, 1999).

- **Ultravioleta próximo (UV–A):** radiações ultravioletas da luz solar. Gerado artificialmente pela descarga elétrica no vapor de mercúrio em alta pressão. Não possui ação pigmentária e eritemática;

- **Ultravioleta intermediário (UV–B):** possui ação pigmentária e eritemática. Produz a vitamina D. Utilizado para fins terapêuticos. Gerado artificialmente pela descarga elétrica no vapor de mercúrio em alta pressão;

- **Ultravioleta remoto (UV–C):** gerado especialmente pela descarga elétrica no vapor de mercúrio em baixa pressão. Afeta a visão humana.

Leitura

Espectro Eletromagnético
Clique no botão para conferir o conteúdo.

ACESSE

Ondas Eletromagnéticas
Clique no botão para conferir o conteúdo.

ACESSE

Visão e Iluminação

"O estudo da iluminação é desenvolvido com a finalidade de facilitar ou melhorar as condições de visão" (GUERRINI, 2008, p. 15). Sendo assim, é importante conhecer a estrutura do olho humano (Figura 2):

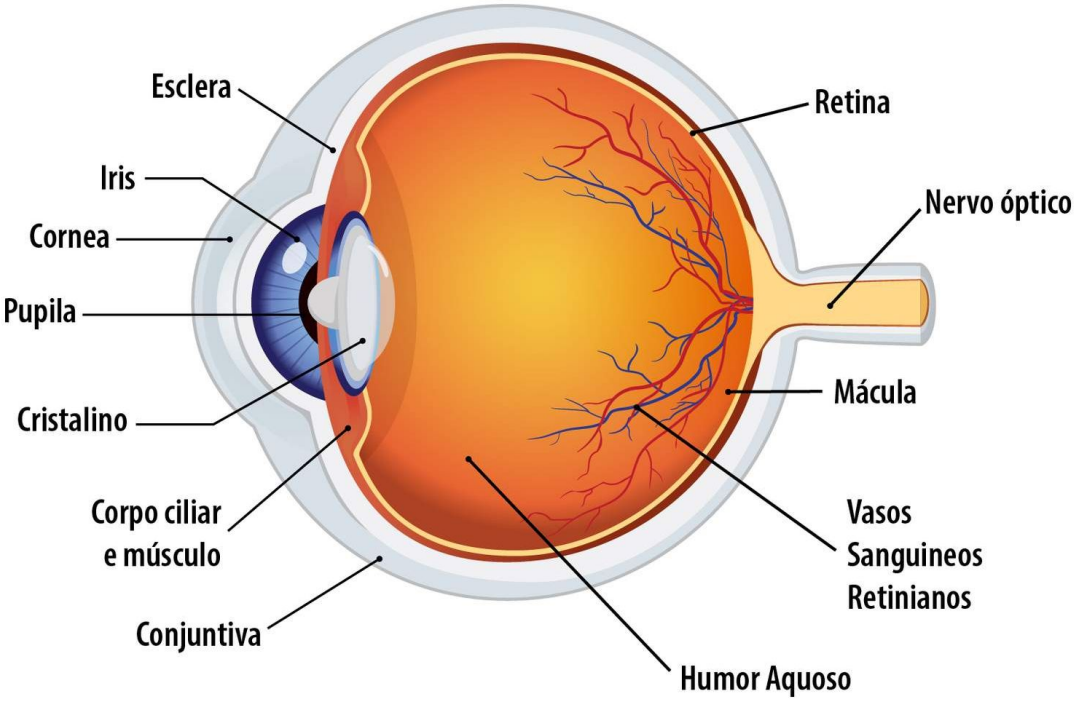

Figura 2 – Estrutura do olho humano

Fonte: Adaptada de Getty Images

#ParaTodosVerem: figura de um corte longitudinal do olho. A estrutura do olho tem formato de uma elipse achatada na parte superior e inferior. Na parte interna da elipse, tem-se o humor vítreo, que é o que "preenche" o olho, na cor laranja. Ainda na parte interna uma fina camada na cor vermelho reveste a estrutura do olho, formando a retina, ao lado da retina, na parte interna, uma fina camada, na cor bege constitui a mácula. Da retina e da mácula, ao centro, à direita, sobressaindo a estrutura do olho, tem-se o nervo óptico, com formato cilíndrico. À esquerda, no centro e externo a estrutura elíptica, porém ao lado, fica a íris, no formato de um semicírculo, representada pela cor azul. Na borda da íris, à esquerda a córnea, uma fina camada na cor azul-escuro. No centro da íris, um pequeno arco na cor preta, é a pupila, e à direita da pupila, adentrando a estrutura elíptica, o cristalino, no formato de uma pequena elipse na cor branca. E por fim revestindo toda a estrutura externa do olho, a esclera, fina camada na cor branca. Fim da descrição.

- **Córnea:** primeira camada atingida pela luz. Formada por tecido transparente e resistente. Ela protege o globo ocular contra traumas e contaminações e atua na refração da luz;

- **Esclera:** o branco dos olhos. Formada por fibras colágenas. Atua como barreira para o conteúdo intraocular e é um local de fixação para os músculos extraoculares, que garantem a movimentação dos olhos. Possui função de proteção mecânica;

- **Coroide:** revestimento membranoso e vascularizado localizado dentro da esclera. Possui a função de nutrir as camadas dos olhos;

- **Íris:** é a parte colorida dos olhos e fica localizada logo atrás da córnea. Funciona como um diafragma de uma câmera, ajudando a controlar a abertura e o fechamento da pupila;

- **Pupila:** abertura localizada na região central dos olhos e por onde ocorre a entrada de luz;

- **Cristalino ou lente:** estrutura responsável por ajustar o foco de luz e é formada por água, proteínas e minerais. A lente destaca-se por sua capacidade de acomodação, modificando seu formato e garantindo, assim, a focalização em objetos de diferentes distâncias;

- **Retina:** localizada na parte interna do olho e rica em fotorreceptores. É nessa região que a luz é focalizada e os impulsos nervosos são gerados em direção ao sistema nervoso central. Na retina, é possível diferenciar dois tipos de receptores: bastonetes e cones. Os cones são os detectores da forma e da cor, e não funcionam em níveis muito baixos de iluminação. Os bastonetes permitem a visão na penumbra, onde desaparece a sensação de cor;

- **Nervo óptico:** nervo responsável por levar os impulsos nervosos do olho para o cérebro para que os sinais sejam processados;

- **Corpo ciliar / Humor aquoso:** líquido localizado na região em frente à lente que é responsável por nutrir essa estrutura e a córnea;

- **Humor vítreo:** líquido semelhante a um gel que fica após a lente e garante a forma do olho, é formado basicamente por água, fibras e ácido hialurônico;
- **Mácula lútea:** ponto central da retina, a região que distingue detalhes no meio do campo visual;
- **Fóvea:** depressão no centro da mácula, onde é encontrado uma concentração de cones vermelhos e verdes juntos com seus respectivos neurônios;
- **Ponto cego:** pequena área da retina que não contém receptores de luz.

O olho humano se adapta a diferentes níveis de luminosidade. A pupila modifica-se de tamanho, conforme a quantidade de luz incidente no olho. Os fotorreceptores presentes na retina que fazem a adaptação à sensibilidade ideal de iluminação (TREGENZA; LOE, 2015).

Alguns fatores que influenciam a percepção visual:

- Quantidade e qualidade da iluminação;
- Direção e distribuição da luz;
- Idade;
- Percepção de cor; etc.

Site

Luz e Visão

Clique no botão para conferir o conteúdo.

ACESSE

Vídeo

Cones e Bastonetes | Transmissão do Olho para o Cérebro | Sensação e Percepção

Luz e Cor

“O conceito de cor está intimamente ligado à composição espectral da luz que ilumina o objeto”. A cor de um objeto é a propriedade, que o mesmo possui, de absorver parte dos comprimentos de onda da luz incidente, e refletir a outra parte dos demais comprimentos de onda (GUERRINI, 2008, p. 21).

Nesse sentido, “os estímulos que causam as sensações cromáticas estão divididos em dois grupos: os das cores-luz e o das cores-pigmentos” (PEDROSA, 2013, p. 20).

- **Cor-luz:** “radiação luminosa visível que tem como síntese aditiva a luz branca (luz-solar)” (PEDROSA, 2013 p. 20).

O *RGB* (*Red, Green and Blue* em inglês, ou seja, vermelho, verde e azul) é o sistema que regula as cores dos corpos que emitem luz, sendo assim, é também conhecido como sistema de cores-luz (Figura 3).

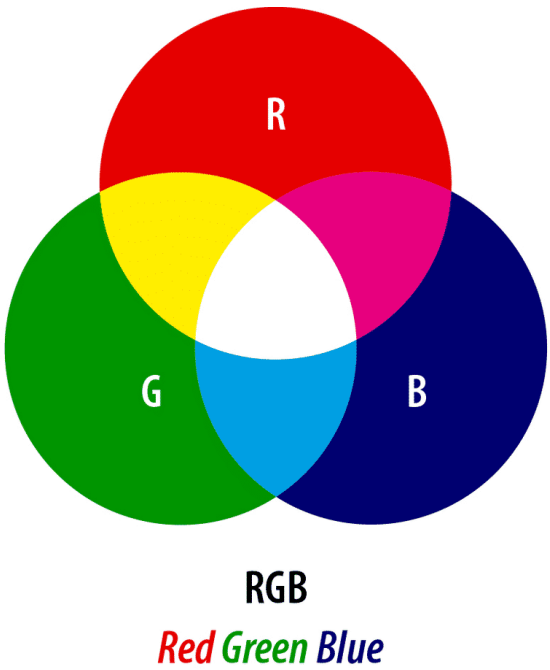

Figura 3 – Cores aditivas e o sistema RGB
Fonte: Adaptada de Getty Images

#ParaTodosVerem: figura do sistema RGB. O sistema RGB é formado por uma tríade aditiva, aqui representada por três círculos, sendo um círculo vermelho (*red*) na parte superior e ao centro. Abaixo do círculo vermelho, um pouco deslocado à esquerda um círculo verde (*green*), se sobrepondo parcialmente ao círculo vermelho, compondo a cor amarelo (*yellow*). Abaixo do círculo vermelho, um pouco deslocado à direita, um círculo azul (*blue*), se sobrepondo parcialmente ao círculo vermelho, compondo a cor magenta e também se sobrepondo parcialmente ao círculo verde, compondo a cor *cyan*. A sobreposição dos três círculos: vermelho, verde e azul, compõem a cor branco (no centro). O branco que é uma mistura de todas as cores. Fim da descrição.

- **Cor-pigmento:** "substância material que, conforme sua natureza, absorve, refrata e reflete os raios luminosos componentes da luz que se difunde sobre ela" (PEDROSA, 2013 p. 20).

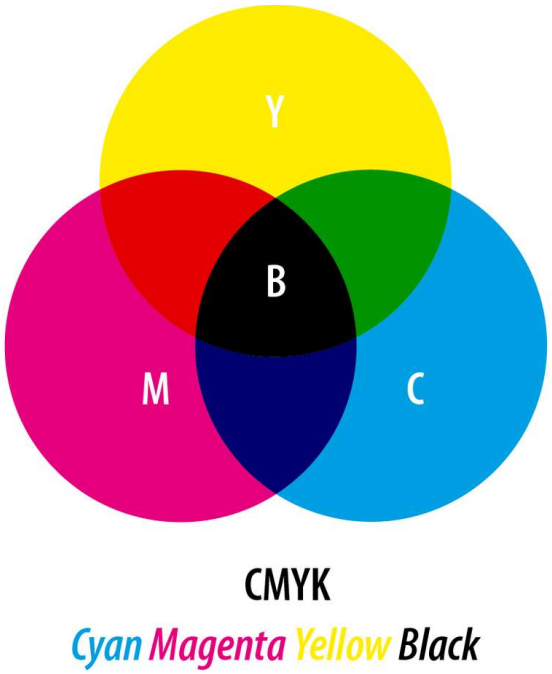

Figura 4 – Cores subtrativas e o sistema CMYK

Fonte: Adaptada de Getty Images

#ParaTodosVerem: Figura do sistema CMYK. O sistema CMYK é formado por uma tríade subtrativa, aqui representada por três círculos, sendo um círculo amarelo (*yellow*) na parte superior e ao centro. Abaixo do círculo amarelo, um pouco deslocado à esquerda um círculo magenta, se sobrepondo parcialmente ao círculo amarelo, compondo a cor vermelho (*red*). Abaixo do círculo amarelo,

um pouco deslocado à direita, um círculo na cor *cyan*, se sobrepondo parcialmente ao círculo amarelo, compondo a cor verde (*green*) e também se sobrepondo parcialmente ao círculo magenta, compondo a cor azul (*blue*). A sobreposição dos três círculos: amarelo, magenta e *cyan* compõe a cor preta (no centro). O preto que é a ausência de luz. Fim da descrição.

Descrever uma cor ou atribuir-lhe nomes não é uma tarefa fácil, pois as cores possuem nomes e significados diferentes para cada ser humano. Assim, existem muitas teorias a respeito do modo de ver as cores.

A Teoria Tricromática formulada por Young-Helmholtz foi fundamentada na existência de três tipos de receptores visuais destinados à captação das luzes-coloridas: vermelho, verde e azul (azul-violeta). A excitação do olho às diferentes intensidades dessas três cores fundamentais reproduz todas as outras cores (PEDROSA, 2013).

Vídeo

Teoria Tricomática | Processos Oponentes | Matiz, Saturação e Brilho | Sensação e Percepção

Para descrever as superfícies iluminadas por luzes compostas, com comprimentos de onda heterogêneos, é utilizado os princípios da Colorimetria. A mesma não considera as diferenças de percepção da cor, variáveis entre os indivíduos. Sua função é determinar as diferentes composições físicas da luz, que provocam as sensações coloridas (PEDROSA, 2013).

Em 1931, a CIE definiu o Observador Padrão como tendo as funções de relação de cor x, y, e z, conforme a Figura 5. Os valores tristímulus XYZ são calculados utilizando-se as funções de relação de cor desses Observadores Padrão.

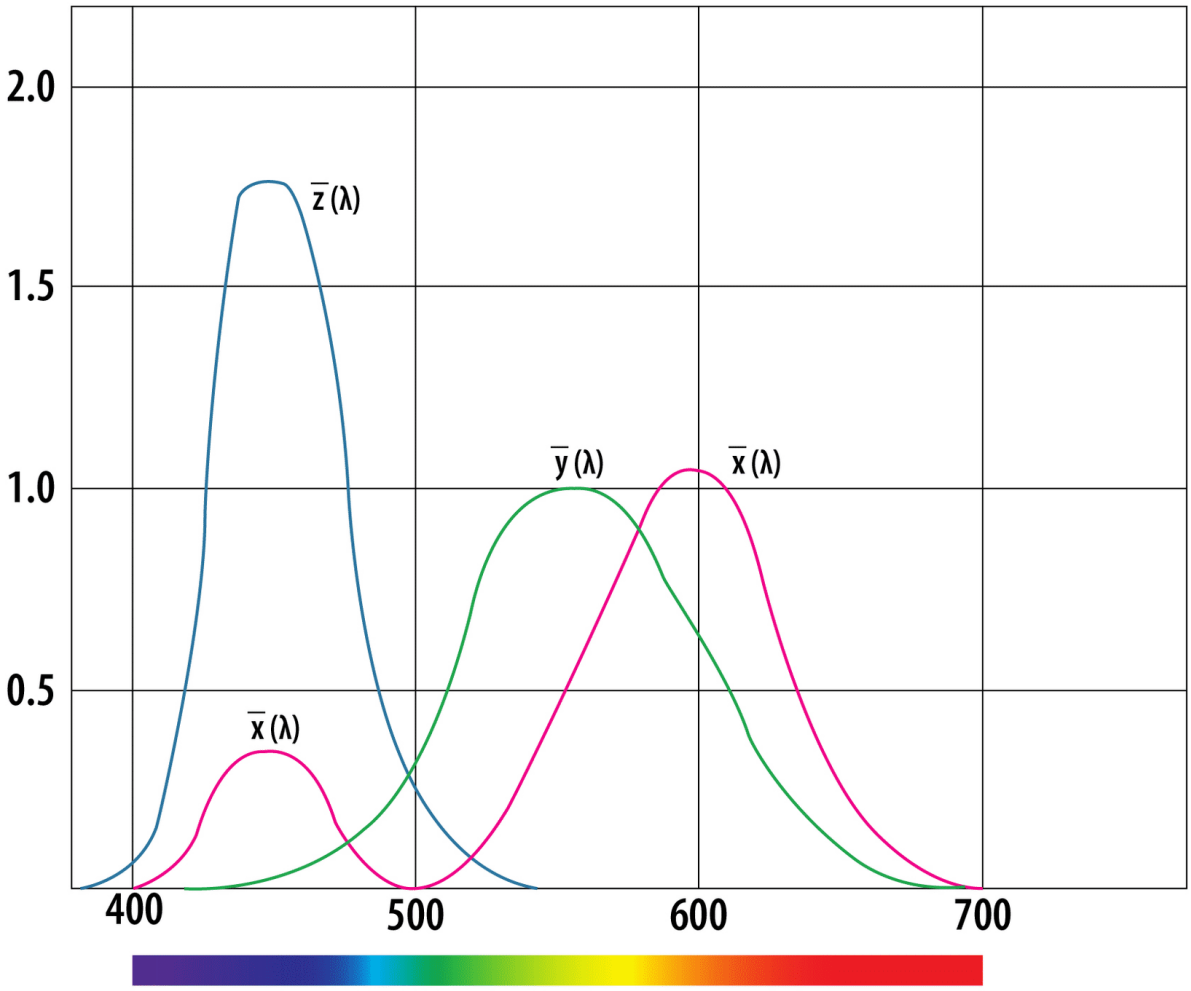

Figura 5 – Funções de relação de cor do Observador Padrão CIE 1931
Fonte: Reprodução

#ParaTodosVerem: figura em forma de gráfico bidimensional que mostra as curvas de sensibilidade espectral do olho humano, de acordo com a definição da CIE para o Observador Padrão 1931. Neste gráfico na horizontal estão os comprimentos de onda em nanômetros (nm) e na vertical os valores de triestímulos. São conhecidas como as funções de relação de cor; o x (λ) possui alta sensibilidade na região de comprimentos de onda vermelhos (em torno de 1,1 para 600 nm), o y(λ) possui alta sensibilidade na região de comprimentos de onda verde (em torno de 1 para 550 nm) e o z(λ) alta sensibilidade na região de comprimentos de onda azul (em torno de 1,75 para 450 nm). Fim da descrição.

Os valores tristímulus XYZ são úteis na definição de uma cor, porém os resultados não podem ser facilmente interpretados. Em função disso, a CIE também definiu um espaço de cores, em 1931, para desenhar um gráfico bidimensional, independente da luminosidade; este é o espaço de cores Yxy, no qual o Y é a luminosidade (com valor idêntico ao valor tristímulu Y) e x e y são as coordenadas de cromaticidade calculadas com os valores tristímulus XYZ. O diagrama de cromaticidade CIE x,y é mostrado na Figura 6. Neste diagrama, as cores acromáticas estão no centro e a cromaticidade aumenta na direção das bordas.

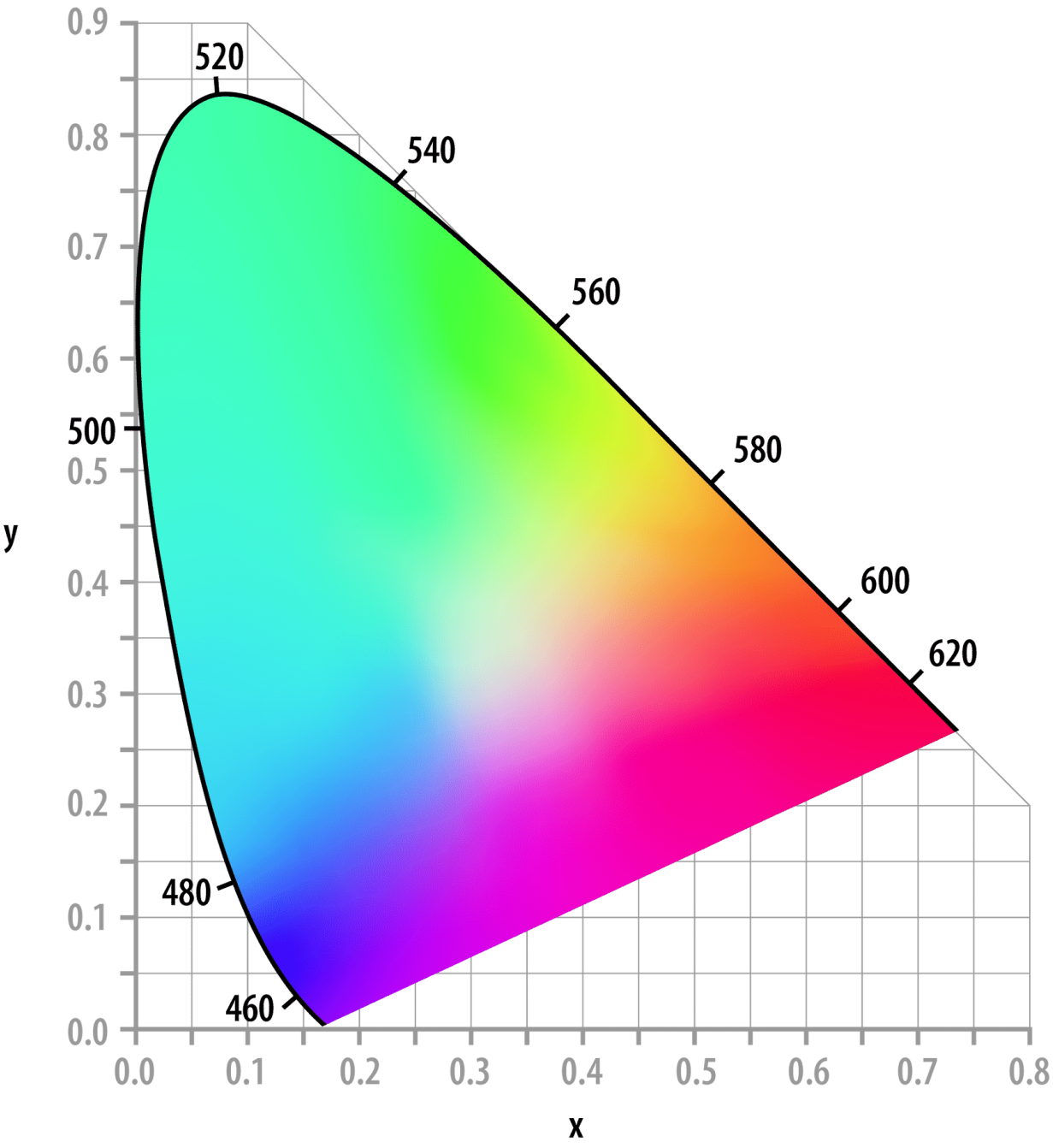

Figura 6 – Diagrama de cromaticidade x, y de 1931
Fonte: Getty Images

#ParaTodosVerem: figura do diagrama de cromaticidade CIE x, y. O diagrama forma uma curva de formato semelhante a uma ferradura, essa curva chama-se lócus espectral. Cada ponto neste lócus corresponde a uma luz monocromática do espectro visível com um respectivo comprimento de onda em nm (de 460 a 620 nm). A linha que une a base do lócus chama-se lócus não espectral, pois é composta por uma mistura de uma série de tons de roxo que não estão no espectro visível da luz, logo, não são monocromáticas e não fazem parte das cores do arco-íris, portanto não possuem valores para comprimento de onda. Neste diagrama, as cores acromáticas estão no centro do diagrama, e a cromaticidade aumenta na direção das bordas. Em torno da "ferradura", iniciando à esquerda de baixo para cima, tem-se comprimento de onda 460 nm – violeta; 480 nm – azul; 500 nm – *cyan*; 520 nm - tons esverdeados; 540 nm – verde; 560 nm – amarelo-esverdeado; 580 nm- amarelo alaranjado; 600 nm – laranja avermelhado e 620 nm - vermelho. Fim da descrição.

Livros

Da Cor à Cor Inexistente

O livro a seguir, de Israel Pedrosa, produzido pela Editora SENAC, 2013, aborda o desenvolvimento da teoria das cores ao longo da história, por meio da análise de trabalhos de Da Vinci, Newton, Goethe, Maxwell, Chevreul, dentre outros estudiosos e artistas, e temas como luz, olho e visão, harmonização das cores e mutações cromáticas, enriquecidos por ilustrações e pinturas.

PEDROSA, I. Da cor à cor inexistente. São Paulo: Senac, 2013.

Grandezas e Unidades Utilizadas em Iluminação

As grandezas e conceitos, a seguir, são fundamentais para o entendimento dos elementos da luminotécnica.

Fluxo Luminoso

Símbolo: *F* ou *Φ*

Unidade: lúmen (*lm*)

Definição: "Quantidade de energia radiante, emitida por unidade de tempo, e avaliada de acordo com a sensação luminosa produzida" (GUERRINI, 2008, p. 27) (Figura 6).

O fluxo luminoso depende dos detalhes da construção da lâmpada e quase sempre diminui com o passar do tempo (TREGENZA; LOE, 2015, p. 2).

Intensidade Luminosa

Símbolo: *I*

Unidade: *candela* (*cd*)

Definição: "Descreve o fluxo de luz em uma determinada direção (Figura 6). É calculada com o número de lúmens (Φ) dividido pelo tamanho angular do feixe (Ω)" (TREGENZA; LOE, 2015, p. 21).

Fórmula:

$$I = \frac{\varnothing}{\Omega}$$

Onde:

- I = Intensidade luminosa (unidade: candela);
- Φ (fi) = fluxo luminoso (unidade: lúmen);
- Ω (*ômega*) = ângulo sólido (unidade: estereorradiano).

Iluminância (Iluminamento)

Símbolo: *E*

Unidade: *lux* (*lx*) = $lm.m^2$

Definição: Quantidade de luz incidente em uma superfície ou ambiente (Figura 6). É a razão do fluxo luminoso (Φ) incidente em um elemento de superfície que contém o ponto dado para a área (A) desse elemento.

Fórmula:

$$E = \frac{\varnothing}{\mathrm{A}}$$

Onde:

- E = Iluminância (unidade: *lux*);

- Φ (*fi*) = fluxo luminoso (unidade: lúmen);
- A = área (unidade: metro quadrado).

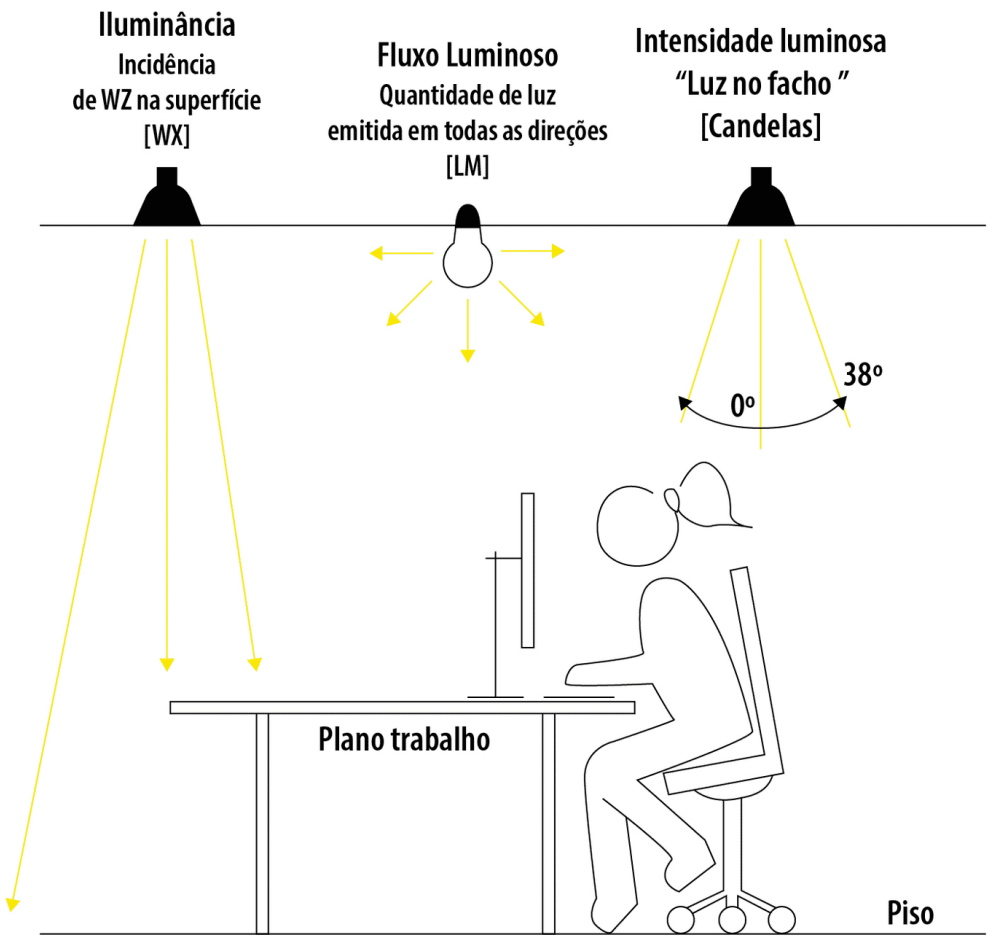

Figura 7 – Iluminância, fluxo luminoso e intensidade luminosa

#ParaTodosVerem: figura que ilustra as grandezas em iluminação: iluminância, fluxo luminoso e intensidade luminosa. Na parte inferior, uma linha preta representa o piso ("chão"), sobre o piso um plano de trabalho (mesa) e uma cadeira e sobre esta mesa, na parte superior, uma linha (preta) que representa o forro, e neste a representação de cada uma das grandezas citadas. A iluminância aqui representada à esquerda, com o desenho de uma luminária (preta) embutida no forro, que emite a luz através de três setas amarelas (que representam a quantidade de luz emitida), uma seta indicando a luz que ilumina o chão e duas setas indicando a luz que ilumina o plano de trabalho. O fluxo luminoso aqui representado, no centro da figura, com o desenho de uma lâmpada (preto e branco), sobreposta ao forro, com setas amarelas em todas as

direções, indicando os sentidos de emissão da luz. E a intensidade luminosa, aqui representada à direita, por uma luminária (preta), embutida no forro, que emite um feixe de luz amarela (tipo "cone") em uma angulação de 38°. Fim da descrição.

Luminância

Símbolo: L

Unidade: candela por metro quadrado (cd/m^2)

Definição: Intensidade da luz refletida numa dada direção, que descreve a quantidade de luz (I) que atravessa ou é emitida de uma superfície (A), segundo um ângulo (Θ) (Figura 7).

Fórmula:

$$L = \frac{I}{\mathrm{A.cos}\ \theta}$$

Onde:

- I = Intensidade luminosa (unidade: candela);
- A = área projetada (unidade: metro quadrado);
- Θ ($teta$) = ângulo entre a normal da superfície e a direção considerada. (unidade: graus).

Luz e Materiais

Quando a luz atinge uma superfície, acontece um fenômeno óptico de reflexão, transmissão ou absorção. Esse fenômeno depende das propriedades do material da superfície atingida, por exemplo, se é transparente ou não, lisa ou rugosa, etc.

Refletância ou Coeficiente de Reflexão

Símbolo: ρ (*rho*)

Unidade: *lux* ou % (percentagem)

Definição: Relação entre o fluxo luminoso refletido por uma superfície (Φr) e o fluxo luminoso incidente (Φi).

A refletância possui um valor entre 0 (zero), quando a superfície é totalmente negra e 1 (um) quando o material é totalmente reflexivo.

A refletância pode ser expressa também em percentagem, passando a se chamar Coeficiente de reflexão.

A direção que a luz assume quando refletida depende do tipo de superfície:

- **Superfície fosca:** reflete os feixes de luz em todas as direções, denominada reflexão especular;
- **Superfície brilhante:** reflete a luz com um ângulo igual ou contrário ao ângulo de incidência, denominada **reflexão difusa**.

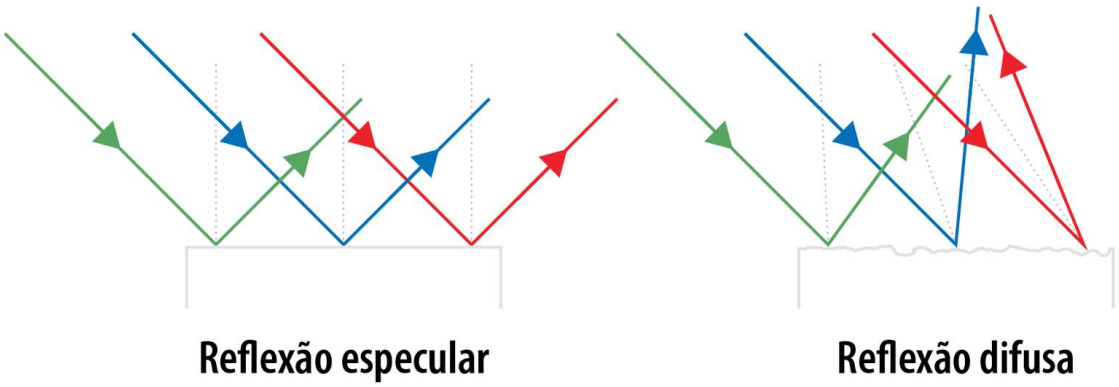

Figura 8 – Reflexão especular e reflexão difusa

#ParaTodosVerem: figura ilustrando a reflexão especular e a reflexão difusa. Na parte superior, está a reflexão especular: uma linha, na cor preta, contínua e regular (= superfície fosca), onde três setas em 45º, uma verde, uma azul e outra vermelha, iluminam esta superfície e refletem outras três setas e, 135° nas mesmas cores: verde, azul e vermelha. Na parte inferior, está a reflexão difusa: uma linha irregular (= superfície brilhante), na cor preta, onde três setas em 45°, uma verde, uma azul e outra vermelha, iluminam esta superfície e refletem outras três setas: uma seta verde em 125°, uma seta azul em 95º e uma seta vermelha em 70°. Fim da descrição.

Transmitância

Símbolo: *t* (*tau*)

Unidade: lux ou % (percentagem)

Definição: Fração de luz que passa por um material. Relação entre o fluxo luminoso transmitido (Φt) por uma superfície e o fluxo luminoso que incide sobre esta superfície(Φi).

- **Transmitância difusa:** o feixe luminoso é disperso;
- **Transmitância regular:** o feixe de luz emerge sem ser alterado.

Absortância

Símbolo: α (*alfa*)

Unidade: *lux* ou % (percentagem)

Definição: relação entre o fluxo luminoso absorvido (Φa) por uma superfície e o fluxo luminoso que incide (Φi) sobre a mesma.

Temperatura de Cor

Símbolo: *Tc*

Unidade: *Kelvin* (*K*)

Definição: "Temperatura do corpo negro que emite uma radiação que tem a mesma cromaticidade que a do estímulo dado" (ABNT, 1991, p. 25).

Se entende por corpo negro todo aquele que emite um espectro de radiação universal que depende apenas de sua temperatura, não de sua composição. Este tipo de corpo absorve toda a radiação que incide sobre eles. Daí a denominação corpo negro (EISBERG; RESNICK, 1979).

A lista a seguir descreve a cor e a temperatura de cor correlata:

- **Cor quente:** até 3.300 K;
- **Cor média:** entre 3.300 e 5.300 K;
- **Cor fria:** acima de 5.300 K (TREGENZA; LOE, 2015).

Para calculá-la, mede os valores de cromaticidade de x e y, utilizando um espectrofotômetro.

Leitura

Espectrofotometria: Análise da Concentração de Soluções

Entenda a função de um espectrofotômetro.

Clique no botão para conferir o conteúdo.

ACESSE

Índice de Reprodução de Cores

Símbolo: IRC ou R_a

Definição: Medida entre a cor real de uma superfície, e sua aparência diante de uma fonte de luz. Pode variar de 0 a 100, indicando como a iluminação artificial permite ao olho perceber as cores com maior ou menor fidelidade (MOREIRA, 1999) (Tabela 3).

Tabela 3 – Índice de reprodução de cor

	Índice de reprodução de cores (IRP)

	Índice de reprodução de cores (IRP)
Próximo à reprodução de cor exata	$R_a = 100$
Reprodução de cores de alta qualidade	$R_a \geq 90$
Reprodução de cores de boa qualidade	$R_a \geq 80$
Reprodução de cores de baixa qualidade	$R_a \geq 79$

Fonte: Adaptada de TREGENZA; LOE, 2015, p. 33

Material Complementar

Indicações para saber mais sobre os assuntos abordados nesta Unidade:

Livros

ABNT NBR 5461: Iluminação

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5461:** Iluminação. Rio de Janeiro: ABNT, 1991.

Vídeos

Cores

Física – Ondas e Luz: Ondas e Espectro Eletromagnético

Leitura

Norma de Higiene Ocupacional: Avaliação dos Níveis de Iluminamento em Ambientes Internos de Trabalho

Clique no botão para conferir o conteúdo.

ACESSE

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5461:** iluminação. Rio de Janeiro: ABNT, 1991.

EISBERG, R.; RESNICK, R. **Física quântica:** átomos, moléculas, sólidos, núcleos e partículas. Rio de Janeiro: LTC, 1979.

GUERRINI, D. P. **Iluminação:** teoria e projeto. 2. ed. São Paulo: Érica, 2008.

MOREIRA, V. A. **Iluminação elétrica.** São Paulo: Blucher, 1999.

PEDROSA, I. **Da cor à cor inexistente.** 10. ed. 2. reimpr. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2013.

PRÄKEL, D. **Iluminação.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

TREGENZA, P.; LOE, D. **Projeto de iluminação.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.